



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 62035682 A

(43) Date of publication of application: 16.02.87

(51) Int. Cl.

H01L 31/10

H01L 27/14

H01L 29/80

(21) Application number: 60175210

(22) Date of filing: 09.08.85

(71) Applicant: NEC CORP

(72) Inventor: KASAHARA KENICHI

## (54) PHOTODETECTOR

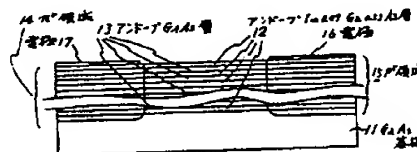
## (57) Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a photodetector which is formed on a semiconductor substrate and composed of different materials from the substrate material and which has a structure suitable for monolithic integration by a method wherein thin semiconductor layers made of the material which has the same lattice constant as the substrate material and thin semiconductor layers made of the material which has the different lattice constant from the substrate material are alternately laminated.

**CONSTITUTION:** 15 undoped  $\text{In}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}$  layers 12 with 100 $\mu\text{m}$  thickness for each layer and 15 undoped GaAs layers 23 also with 100 $\mu\text{m}$  thickness for each layer are alternately laminated on a semi-insulating GaAs substrate 11. An  $\text{N}^+$  type region 14 and a  $\text{P}^+$  type region 15 are formed in these laminated undoped layers 12 and 13 by ion implantation or diffusion. Electrodes 16 and 17 composed of Ti/Au are formed on these regions 14 and 15 respectively. In this structure, instead of making one thick light absorption layer grow, multiple thin light absorption layers are made to grow while holding thin undoped GaAs layers 13 between the light absorption layers. With this constitution, internal stress caused by lattice distortion is relieved and an effectively thick light absorption layers which

has the effective thickness about the extent of the wavelength of the absorbed light can be formed on the semi-insulating GaAs substrate 11 with different lattice constant.

COPYRIGHT: (C)1987,JPO&amp;Japio



BEST AVAILABLE COPY

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-35682

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

機別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)2月16日

H 01 L 31/10  
27/14  
29/80

A-6819-5F  
7525-5F  
8122-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全3頁)

⑮ 発明の名称 受光素子

⑯ 特 願 昭60-175210

⑰ 出 願 昭60(1985)8月9日

⑱ 発 明 者 笠 原 健 一 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内  
⑲ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目33番1号  
⑳ 代 理 人 弁理士 内 原 晋

明 細 書

1. 発明の名称

受光素子

2. 特許請求の範囲

第1の半導体基板上に形成され、この基板と同一の格子定数の材料で薄い層厚の第2の半導体層と、この第2の半導体層と同様の薄い層厚で前記基板とは禁制帯幅および格子定数が異なる材料からなる光吸収層の第3の半導体層とを交互に積層した多層構造に設けられることを特徴とする受光素子。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はモノリシック集積化に適した構造のフォトダイオードなどの受光素子に関する。

(従来技術とその問題点)

同一の半導体基板上にフォトダイオードと信号

処理を行なう電子回路とをこの基板と異った材料で同時に形成したモノリシック集積型の受光装置は、高速動作やコンパクト性等の観点から、光ファイバ通信や光データ伝送に於いて重要となる。

従来のモノリシック集積化構造の1μm波長帯域で用いられる受光装置の一例として、第3図のように、雑誌「エレクトロニクス・レターズ(Electron: Lett.)」15, 353(1980)に報告されているものがある。図にかいて、31は半絶縁性のInP基板であり、その上にエピタキシャル成長によって形成されたn-In<sub>0.47</sub>Ga<sub>0.53</sub>As層32に接合型のFET33とフォトダイオード34とが作られている。なお、35はZnを用いて作られたp型の拡散領域である。ところが、InP系の半導体材料を用いた電子デバイスの製作技術は未確立であり問題点が多い。

この例ではFET33の細音、ヒステリシス特性動作速度の遅いこと等が実用上問題となる。このため電子デバイスの製作技術が確立されたフォトダイオードとは異種の半導体材料から成る基板上

BEST AVAILABLE COPY

に、目的とする波長帯で受光感度を有するようなフォトダイオードが自由に形成できるようにすれば、問題が一挙に解決される。

#### (発明の目的)

本発明の目的は、これらの問題点を解決し、半導体基板の上にこの基板とは異種の半導体材料で形成できてモノリシック集積化するに適した構造の受光素子を提供することにある。

#### (発明の構成)

本発明の受光素子の構成は、第1の半導体基板の上に形成され、この基板と同一の格子定数の材料で薄い層厚の第2の半導体層と、この第2の半導体層と同様の薄い層厚で絶縁基板とは禁制帯幅および格子定数が異なる材料からなる光吸収層の第3の半導体層とを交互に積層した多層構造に設けられることを特徴とする。

#### (発明の作用・原理)

一般に、受光素子の光吸収層は、吸収長程度のかかり厚い厚さを必要とするが、この様な厚い光吸収層を、これとは格子定数の異なる半導体基

すつ形成されている。これら各アンドープ層12, 13の積層は、イオン注入あるいは拡散により $n^+$ 型領域14と $p^+$ 型領域15とが形成される。これら各領域14, 15上には、Ti/Auで形成された電極16, 17が設けられる。

$In_{0.47}Ga_{0.53}As$ 及び $GaAs$ のバンドギャップ波長はそれぞれ $1.67\mu m$ と $0.87\mu m$ で、その格子定数はそれぞれ $5.869\text{\AA}$ と $5.653\text{\AA}$ であり、両者の間には約4%程度の大きさの違いがある。

電極16, 17には、半導体に逆バイアスがかかるように電圧を印加し、これら $p^+$ 型領域15と $n^+$ 型領域14とに光照射を行うと、これらの間のアンドープ $In_{0.47}Ga_{0.53}As$ 層12で生じたフォト・キャリアは内部電界の効果で電極16, 17に吸引せられる。この場合、光吸収層を一気に厚く成長させず、薄くして同じく薄いアンドープ $GaAs$ 層13を間に挟みながら多層に成長させているので、格子歪による内部応力が緩和され、実効的に吸収長程度の厚みを持った厚い光吸

収層の上に直接に成長させようとしても格子不整合のためにきれいな界面成長が得られず、また多数の転位が結晶内部に生成され、深い不純物レベルが形成されることが多い。この様なレベルはキャリアのトラップとなるためにフォトダイオードにすると受光効率の低下を招く。

このため本発明では、光吸収層を一気に厚く成長させずに薄くし、半導体基板と同一の格子定数を持った薄い半導体層を、異った格子定数の薄い半導体層で挟み、交互に積層して全体で吸収長程度の厚さとなるようにすることにより、格子歪による内部応力が軽減され、きれいな表面モロロジーを持った光吸収層の成長を可能としている。

#### (実施例)

次に図面により本発明を詳細に説明する。

第1図は本発明に係わる一実施例の断面図である。半絶縁性 $GaAs$ 基板11の上に第4の半導体層(光吸収層)として、厚さ $100\text{\AA}$ のアンドープ $In_{0.47}Ga_{0.53}As$ 層12と同じく厚さ $100\text{\AA}$ のアンドープ $GaAs$ 層13とが交互に、15層

収層が格子定数の異なる半絶縁性 $GaAs$ 基板11の上に形成できる。

第2図は第1図の応用例の斜視図である。この場合、半絶縁性 $GaAs$ 基板11に、前もって深さ $3\mu m$ 程度の凹部19を形成しておく。この凹部19以外の領域を $SiO_2$ などの誘電体膜でマスクしておき、第1図に示した薄層のアンドープの $In_{0.47}Ga_{0.53}As$ と同じく薄層のアンドープの $GaAs$ から成る周期構造を選択的に形成する。この様にして受光素子18が形成され、プレーナ構造となっている。この受光素子18には抵抗21とMESFET22とが接続される。

#### (発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、 $1\mu m$ 波長帯で受光感度を有するようなフォトダイオードを高いP-E-T製作技術が確立されている $GaAs$ 基板の上に作ることが可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

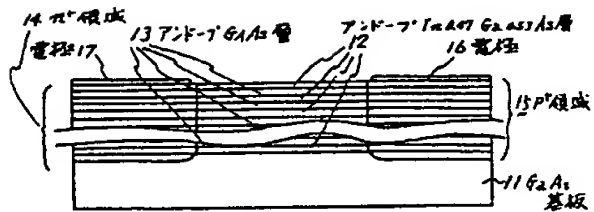
第1図は本発明の一実施例の断面図、第2図は

BEST AVAILABLE COPY

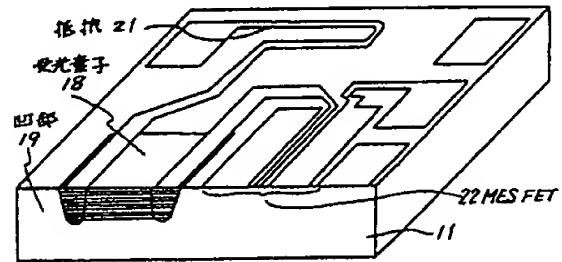
第1図の応用例の斜視図、第3図は従来例の断面図である。

11……半絶縁性GaAs基板、12……アンドープ $\text{In}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}$ 層、13……アンドープGaAs層、14…… $n^+$ 型領域、15…… $p^+$ 型領域、16, 17……電極、18……受光素子、19……凹部、21……抵抗、22……MESFET、31……InP基板、32…… $n\text{-In}_{0.47}\text{Ga}_{0.53}\text{As}$ 層、33……FET、34……フォトダイオード、35……拡散領域。

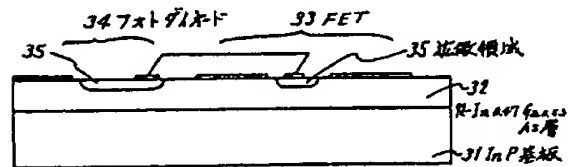
代理人 弁理士 内 原 啓



第1図



第2図



第3図

BEST AVAILABLE COPY